



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 198 44 357 C 2

⑤① Int. Cl.⁷:
C 23 C 14/24
C 23 C 14/58
C 09 C 1/00

②① Aktenzeichen: 198 44 357.9-45
②② Anmeldetag: 28. 9. 1998
④③ Offenlegungstag: 30. 3. 2000
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 5. 4. 2001

DE 198 44 357 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Weinert, Hilmar, Dipl.-Ing., 87600 Kaufbeuren, DE

⑦④ Vertreter:
WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising

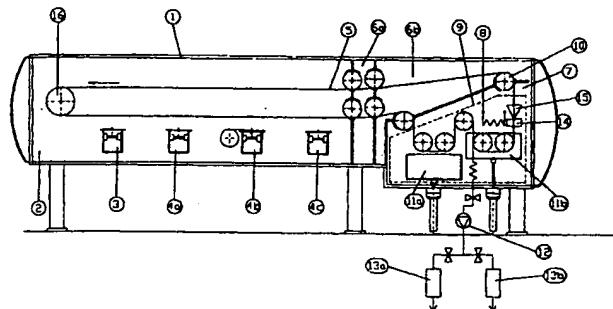
⑦② Erfinder:
gleich Patentinhaber

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	43 38 907 A1
DE	42 21 800 A1
DE-OS	27 47 061
FR	15 07 784
US	56 35 008
US	52 78 590
US	51 56 720
US	45 26 131
US	44 34 010
US	31 81 209
EP	02 27 423 B1
EP	03 37 369 A1

⑤④ Bandbedampfungsanlage und Verfahren zur Herstellung von planparallelen Plättchen

⑤⑦ Vorrichtung zur Herstellung planparalleler Plättchen mit einer Aufdampfkammer (2), einem Träger (5), der auf einer Endlosbahn bewegbar ist, einer in der Aufdampfkammer (2) vorgesehenen ersten Verdampfungseinrichtung (3) zum Aufbringen eines Trennmittels auf den Träger (5), einer zweiten Verdampfungseinrichtung (4a, 4b, 4c) zum Aufbringen von zumindest einer Schicht auf den mit dem Trennmittel versehenen Träger, wobei in den Verdampfungseinrichtungen (3, 4a, 4b, 4c) Drücke unterhalb des Atmosphärendruckes einstellbar sind, einer Ablösekammer (7), in der ein höherer Druck als in der Aufdampfkammer und ein geringerer Druck als der Atmosphärendruck herstellbar ist, und einer in der Ablösekammer vorgesehenen Ablöseeinrichtung (11a, 11b) zum Erzeugen einer Suspension, in der das aufgebrachte Trennmittel in gelöstem Zustand und die zumindest eine aufgebrachte Schicht in Form von planparallelen Plättchen als Suspension vorliegt.



DE 198 44 357 C 2

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Bandbedampfungsanlage und ein Verfahren zur Herstellung von planparallelen Plättchen. Seit einigen Jahren besteht erhöhtes Interesse an planparallelen Plättchen, die auch "flakes" genannt werden, um diese als Pigmente in Lacken und Druckfarben, als Katalysatormaterial, als Ausgangsprodukt für magnetische und elektrische Abschirmungen und als Ausgangsmaterial für Leitlacke zu verwenden. Planparallele Plättchen zeichnen sich im Unterschied zu den klassischen, nach einem Mahlverfahren hergestellten Pigmenten, welche mehr oder weniger kugelförmig sind, durch eine höhere Brillanz sowie dadurch aus, daß ihre Einsatzmenge in einem Lack als Pigment wesentlich geringer ist. So haben beispielsweise Plättchen aus Aluminium, die nach dem PVD-Verfahren (physical vapour deposition) hergestellt wurden, typischerweise eine Dicke von 30–500 Nanometer; ihre flächigen Abmessungen betragen zwischen 5 und 50 Mikrometer. Bereits 3–4 Lagen solcher Aluminium-Plättchen erzeugen bei Einsatzgewichten von nur 0,3 bis 0,4 g/m² eine optisch deckende Schicht.

Solche planparallele Plättchen werden nach dem Stand der Technik nach einem aufwendigen, diskontinuierlichen Dreistufen-Verfahren hergestellt. Die hohen Kosten dieses Verfahrens und die geringen Herstellmengen lassen die Verwendung in Massenprodukten, wie in Metallic-Lackierungen oder Druckfarben, nicht zu.

Ein Beispiel für die Herstellung nach einem diskontinuierlichen Mehrstufenverfahren ist die Erzeugung von optisch veränderlichen Pigmentplättchen, die zur Erhöhung der Fälschungssicherheit auf Banknoten verwendet werden, wie es in der Schrift EP 227423 offenbart ist. Ähnliche Produkte und Verfahren sind im US-Patent 5278590 dargestellt.

Bei einem im US-Patent 4434010 dargestellten Verfahren wird kein Trennmittel verwendet. Statt dessen erfolgt die Aufdampfung direkt auf eine Kunststoffolie, welche danach zerkleinert und in einem geeigneten Lösungsmittel vollständig aufgelöst wird. Als Ergebnis bleibt die zu Teilchen zerfallene Aufdampfschicht als Suspension zurück. In allen vorstehend dargelegten Fällen werden große Mengen Lösungsmittel zum Auswaschen des Produktes benötigt. Diese müssen entweder aufgearbeitet oder entsorgt werden.

Zusammenfassend läßt sich also zum Stand der Technik die Aussage treffen, daß bei allen bekannten PVD-Verfahren zur Herstellung von planparallelen Plättchen mit Ausnahme des US-Patents 4434010 folgende Stufen durchlaufen werden:

- Aufbringen eines Trennlackes auf einen Polyesterfolienträger durch Bedrucken und Trocknen, wobei dieser Prozeß auf klassischen Rasterwalzen-Druckmaschinen für rollenförmiges Material an der Atmosphäre unter Ex-Schutz-Bedingungen ausgeführt wird,
- Aufdampfen der Schichten in Folge unter Hochvakuum, zum Teil durch mehrere Hin- und Herläufe des Folienträgers in der Vakuumanlage, sowie Entnahme der bedampften Rolle, und
- Entfernen des Schichtpaketes durch Auflösen des Trennmittellackes in einem Lösungsmittel (Azeton, Äthylazetat) und Ausfiltern des Produktes aus dem Lösungsmittel, wobei hierzu eine Schab- und Bürsteinrichtung in einem Lösungsmittelbad, durch welches die Folienbahn läuft, verwendet wird und das Produkt anschließend ausgefiltert wird und in die Weiterverarbeitung geht.

Der Einsatz von im Vakuum aufgedampften anorganischen Trennmitteln wird für andere Anwendungen von Rosenfeld im US-Patent 5156720 beschrieben. Auch bei diesem Verfahren wird ein Folienträger, vorzugsweise einer aus Polyesterfolie, verwendet, wobei dieser Folienträger aufgrund der starken Beanspruchung durch das Verfahren nur einmal verwendbar ist. Da aus einem Quadratmeter Folie mit einem Gewicht von 16,8 g unter Verwendung von Trennmittel in einer Menge von ca. 6 g/m² bei der Herstellung ein Quadratmeter Aluminium-Plättchen mit einer Dicke von 30 Nanometer und einer Masse von 0,091 g erzeugt wird, beträgt die Ausbeute nach Gewicht nur 1/272 der eingesetzten Folie und des Trennmittel-Lackes. Somit ist diese Methode unwirtschaftlich. Bei Verwendung eines aufgedampften Trennmittels mit etwa 0,1 g/m² sind die Verhältnisse etwas günstiger, jedoch beträgt das Verhältnis immer noch nur 1/180. In allen Fällen handelt es sich um einen diskontinuierlichen Prozeß, welcher auf 2 oder 3 verschiedenen Maschinen nacheinander durchgeführt werden muß. Entsprechend hoch sind die Herstellkosten, welche einen breiteren Einsatz des Produktes bisher verhindert. Bestimmte Aufdampf- oder Sputtermaterialien lassen sich überhaupt nicht auf einem Folienträger auftragen, da deren thermische Belastbarkeit zu gering ist.

Die Aufgabenstellung der vorliegenden Erfindung besteht nun darin, eine Bandbedampfungsanlage zur Herstellung von planparallelen Plättchen und ein Herstellungsverfahren für solche Plättchen vorzusehen, wobei die Herstellungskosten geringer sind, eine höhere Lebensdauer sowie ein höherer Produktausstoß der verwendeten Anlage sichergestellt wird und erhöhten Sicherheitsanforderungen Rechnung getragen wird.

Erfindungsgemäß werden diese verschiedenen Aufgabenstellungen durch eine Bandbedampfungsanlage nach Anspruch 1 und ein Verfahren nach Anspruch 4 gelöst.

Entsprechend der Erfindung befinden sich in einer Aufdampfkammer eine erste und eine zweite Verdampfungsseinrichtung, die auf einen endlosen Träger eine Trennmittelschicht sowie zumindest eine weitere Schicht aufbringen. In einer Ablösekammer wird dann mittels einer Ablöseeinrichtung das Trennmittel und die weitere Schicht in einer solchen Weise vom Träger entfernt, daß das Trennmittel in gelöstem Zustand und die weitere Schicht in Form von planparallelen Plättchen vorliegt. Der Druck ist in der Ablösekammer höher als in der Aufdampfkammer sowie niedriger als der Atmosphärendruck. Somit wird eine Vorrichtung vorgesehen, bei der durch den kontinuierlichen Prozeß die Herstellungskosten für planparallele Plättchen verringert sind, eine hoher Produktausstoß vorliegt, die Lebensdauer der Bauteile bedingt durch die gleichmäßige mechanische Belastung hoch ist, sowie den Sicherheitsstandards entsprochen wird.

Die Schicht kann in einer Ausführungsform Metall und eine weitere verdampfbare Substanz aufweisen, wodurch bei geringem Materialeinsatz ein gut deckender Lack erzeugbar ist.

Die Kapazität der Vorrichtung läßt sich weiter erhöhen, wenn durch die zweite Verdampfungsseinrichtung zwei Schichten erzeugt werden, die durch ein Trennmittel getrennt sind.

Vorzugsweise gelangt ein im Hochvakuum unzersetzt verdampfbarer wasserlöslicher Stoff aus der Gruppe der Chlo-

ride, Fluoride und Borate als Trennmittel zum Einsatz, wodurch als Lösungsmittel nichtbrennbare Substanzen verwendbar sind und aufgrund der Schichtdicke, die sehr gering gestaltbar ist, nur ein geringer Materialeinsatz notwendig ist.

Durch die Verwendung von Wasser als Lösungsmittel verbessert sich die Sicherheit der Gesamtanlage. Durch sekundären und tertiären Alkohol als Lösungsmittel lassen sich die Vakuumverhältnisse in der Vakuumkammer noch günstiger gestalten.

Der Träger kann aus einer rostfreien Stahllegierung, Nickel oder einem galvanisch oder organisch beschichteten Metall sein. Dadurch ergeben sich eine gute thermische Belastbarkeit sowie eine hohe mechanische Belastbarkeit des Trägers. Alternativ eignet sich aufgrund der guten thermischen und mechanischen Eigenschaften auch Polyimidfolie als Träger. Bezüglich Eigenschaften und Kosten bevorzugte Trägerdicken sind 20 bis 2000 µm.

Zwischen der Aufdampf- und der Ablösekammer sind in einer Ausführungsform dynamisch gepumpte Schleusen angeordnet, wodurch die Prozeßbedingungen in den Kammern getrennt voneinander optimal einstellbar sind.

Erfindungsgemäße werden planparallele Plättchen hergestellt, indem ein Trennmittel und eine weitere Schicht auf den Träger aufgebracht werden und diese dann in einer Suspension derart aufbereitet werden, daß die weitere Schicht in Form von planparallelen Plättchen vorliegt. Dabei ist der Druck bei der Suspensionsbildung niedriger als der Atmosphärendruck jedoch höher als der Druck im Aufbringschritt. Somit liegt ein effektives Verfahren zur kontinuierlichen Erzeugung von planparallelen Plättchen bei hoher Anlagenlebensdauer und hohem Produktausstoß vor.

Die weitere Schicht kann in Form einer ersten Schicht, einer Trennmittelschicht und im Anschluß daran einer zweiten Schicht vorliegen, wodurch eine hohe Effizienz bei der Erzeugung planparalleler Plättchen erzielt werden kann.

Der Gesamtprozeß kann somit in einer gekapselten Anlage unter hoher Reinheit staubfrei ablaufen, ohne daß eine kostenträchtige Reinraum-Umgebung geschaffen werden muß.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß mit der erfindungsgemäßen Ausgestaltung die thermische Belastbarkeit des Trägers bei der Bedampfung von Mehrfachschichten erhöht wird, der Einsatz von brennbaren Lösungsmitteln bei der Trennmittelbeschichtung und beim Ablösen des Produktes vom Träger weitestgehend vermieden wird, das Trennmittel seine Funktion auch bei sehr geringer Schichtdicke erfüllt sowie einfach auf den Träger aufbringbar und von diesem entferntbar ist und der Träger eine sehr lange Lebensdauer aufweist sowie ausreichend thermisch und mechanisch belastbar ist.

Erfindungsgemäße Weiterbildungen sind Gegenstand der weiteren Unteransprüche.

Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben, bei denen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Bedampfungsanlage zeigt und

Fig. 2 den Schichtenaufbau und die Schichtenablösung im Verlauf eines Zyklus eines Trägers darstellt.

Die erfindungsgemäße Bedampfungsanlage weist im wesentlichen eine Vakuumkammer 1 auf, die durch eine oder mehrere dynamischen Schleusen 6a, 6b in eine Aufdampfkammer 2, die nachfolgend als Aufdampfteil bezeichnet wird, und eine Ablösekammer 7, die nachfolgend als Kammerteil bezeichnet wird, unterteilt ist. Im Aufdampfteil 2 und im Kammerteil 7 verläuft ein Endloseband 5 als Träger. Auf diesen Träger 5 werden unter einem Vakuum von weniger als 10^{-3} mbar nacheinander ein wasserlösliches Trennmittel als dünne Schicht von etwa 5 bis 100 Nanometer Dicke aus einem Verdampfer 3 und danach aus weiteren Verdampfern 4a, 4b, 4c die gewünschten Metalle, Oxide, Fluoride, die das Produkt darstellen, aufgedampft. Die Anlage kann dabei mit nur geringen Veränderungen sowohl als Bedampfungsanlage nach dem PVD-Verfahren, wie auch als nach dem Sputter- oder PECVD-Verfahren (plasma enhanced chemical vapour deposition) betrieben werden.

Im Kammerteil 7 findet die Produktablösung vom Träger 5 statt. Die Druckbedingungen in diesem Kammerteil 7 sind so gestaltet, daß dort ein Vakuum von größer als 4 mbar herrscht. In der Praxis finden zwischen 20 und 200 mbar Verwendung. Die Ablösung unter Vakuum ist energetisch erheblich günstiger als die eingangs beschriebene Ablösung bei Umgebungsdruck, da die Drucksprünge zwischen den Stationen wesentlich geringer sind und auch weniger Aufwand zur Abdichtung der Schleusen gegeneinander betrieben werden muß.

Genauer gesagt erfolgt die Auflösung des Trennmittels erfindungsgemäß in Wasser, wodurch die Bedingung vorliegen muß, daß im Kammerteil 7 ein Druck herrscht, der ausreichend hoch über dem Wasserdampfdruck bei der Arbeitstemperatur liegt. Es ist zu beachten, daß die Auflösung des aufgedampften Trennmittels um so rascher vonstatten geht, je höher die Temperatur des Lösungsmittels ist. Versuche haben dabei gezeigt, daß günstigste Verhältnisse vorliegen, bei denen das Auflösen des Trennmittels mit ausreichender Geschwindigkeit erfolgt und bei denen mit nur 2 Schleusen 6a, 6b zwischen dem Hochvakuumbereich des Aufdampfteils 2 und dem Kammerteil 7 ein Betrieb noch möglich ist, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Vakuum im Kammerteil 7: > 53 mbar

Wassertemperatur: 35°C, was einem Dampfdruck von 53 mbar entspricht.

Im Kammerteil 7 bewirkt die auf 4–25°C gekühlte Oberfläche eines Kondensors 8, daß entstehender Wasserdampf kondensiert und in die Ablösestation 9 im Kammerteil 7 zurückläuft. Als Beispiel für die Vakuumverhältnisse und die zu installierende Pumpengrößen und -arten wurden für den Durchlauf eines Endlosbandes von 600 × 0,4 mm und einer offenen Spaltbreite über dem Träger 5 von je 0,2 × 600,2 mm für den Hin- und Herlauf des Trägers 5 zwischen dem Aufdampfteil 2 und dem Kammerteil 7 folgende Größen ermittelt:

5	Ort	Vakuum	notwendige Saugleistung zur Überwindung der Schleusenströmung	Art der Vakuumpumpen
10	Aufdampfteil (2)	10-4 mbar Strömung molekular	5400 lit/sec.	Diffusionspumpen + mech. Pumpen nachgeschaltet
15	Schleuse (6a)	0,2 mbar Strömung laminar	11.700 m ³ /h	Drehkolbengebläse + mech. Pumpen
20	Schleuse (6b)	10 mbar Strömung laminar	1380 m ³ /h	mechanische Pumpen
25	Kammerteil (7)	50 mbar	100 m ³ /h, nur zur Abpumpung von im Wasser gelöster Luft, Wasserdampf an Kondensor	mechanische Pumpen + wassergek. Kondensor

Es wäre natürlich möglich, den Träger 5 über weitere an das System angebaute Stufen und eine weitere Überdruckstufe, die das Ansaugen von Staub aus der Atmosphäre verhindert, von Luft zu Luft laufen zu lassen und dort die Ablösung des Produktes vom Träger 5 durchzuführen. Eine solche Anlage ist in abgewandelter Form in der Offenlegungsschrift DE 40 20 999 als Endlosbandanlage und in der GB 2072095 als eine Anlage mit mehreren Druckstufen entlang einer Großwalze zur Transfermetallisierung von Papier offenbart oder aus der Offenlegungsschrift DE 27 47 061 als reines Trägerband für die Metallisierung einer darauf aufgelegten sehr dünnen Kunststoffolie bekannt. Reine Luft-zu-Luft-Anlagen ohne Träger und zwar für die Metallisierung von Kunststoffolien sind in der EP 337369 beschrieben. Bei all diesen Anlagen müssen zur Herstellung von Pigmentplättchen Trägerfolien und weitere Maschinen zur Vor- und Nachbearbeitung der Folien verwendet werden. Der apparative Aufwand von Luft-zu-Luft-Anlagen ist wegen zusätzlicher Schleusenstufen im Bereich von 1000 bis 50 mbar wesentlich höher; ihr Energieverbrauch für die Vakuumpumpen ist daher doppelt so hoch wie der bei erfindungsgemäßen Anlagen.

Die Bandbedampfungsanlage nach dieser Erfindung benötigt nur zwei dynamische Schleusen 6a, 6b im Bereich zwischen 10⁻⁴ bis 50 mbar. Noch günstiger stellen sich die Vakuumverhältnisse dar, wenn statt Wasser sekundäre oder tertiäre Alkohole als Lösungsmittel verwendet werden. Dieses setzt die Verwendung von Trennmitteln, welche in den genannten Stoffen gut löslich sind, voraus. Sekundäre und tertiäre Alkohole besitzen einen wesentlich geringeren Dampfdruck als Wasser und sind noch bei -5°C, was einem Dampfdruck von weniger als 0,01 mbar entspricht, gut pumpbar. Bevorzugt ist die Verwendung von sekundären oder tertiären Alkohole bei mehr als 0,05 mbar. Die Schleusen 6a und 6b können somit entfallen und das Kammerteil 7 schließt sich durch einen Schlitz abgetrennt direkt an das Aufdampfteil 2 an. Die wirtschaftlichen Vorteile einer solchen 2-Kammeranlage sind jedoch gering, weil die Anzahl der in sekundären oder tertiären Alkoholen löslichen und gut verdampfbaren Trennmittel begrenzt ist und diese Alkohole nicht umweltfreundlich sind.

Zur Führung des Trägers 5 in der Vakuumkammer 1 sind ferner vor dem Verdampfer 3 eine Umlenkwalze 16 und im Kammerteil 7 eine Ablösestation 9 vorgesehen.

Die Ablösestation 9 besteht aus einer Anzahl von Umlenkrollen 10, welche den Träger 5 in je einen heb- und absenk- baren Behälter 11a und 11b tauchen. Zum Anfahren der Anlage oder bei Abschaltvorgängen wird der erste Behälter 11a in Laufrichtung angehoben und dient solange als Ablösestation für das zu verwerfende Produkt, bis stabile Verhältnisse vorliegen. Dann werden der Behälter 11b, der als Sammler für gutes Material dient, angehoben und der Behälter 11a abgesenkt. Die Ablösung und das Sammeln des Produktes als Suspension erfolgen dann im Behälter 11b. Zur Beschleunigung der Auflösung des Trennmittels können bekannte Verfahren, bei denen Unterwasser-Hochdruckdüsen, Ultraschall-schwinger oder rotierende Bürsten eingesetzt werden, verwendet werden. Die Suspension aus Produkt, Wasser und gelöstem Trennmittel wird kontinuierlich vom tiefsten Punkt des Behälters 11b abgesaugt und über eine Wasserpumpe 12 an die Atmosphäre gefördert und dort durch je einen Wechselfilter 13a und 13b gepreßt. Das Produkt aus diesen Filtern wird diskontinuierlich entnommen, mehrmals mit Reinwasser gespült, getrocknet, auf die gewünschte Teilchengröße gemahlen und geht dann zur Weiterverarbeitung in die Lack- oder Druckfarbenerzeugung oder wird anderweitig verwendet.

Der Träger 5 durchläuft nach dem Auftauchen aus dem Behälter 11b eine Spülstation 14 mit Wasser, das die gleiche Temperatur wie das Bad im Behälter 11b hat, sowie eine Abstreifstation 15 für Restwasser. Der Bahnweg führt über die Schleusen 6b und 6a in den Aufdampfteil 2 zurück, in dem dann der Träger über die Umlenkwalze 16 zum Verdampfer 3 für das Trennmittel und weiter zu den Verdampfern 4a, 4b, 4c geführt wird. Der Kreislauf ist hiermit geschlossen. An dem Träger 5 anhaftende Restfeuchte wird in den Schleusen 6a und 6b abgepumpt.

Fig. 2 zeigt den Schichtenaufbau und die Schichtenablösung im Verlauf eines Zyklus des Trägers 5.

Die Verwendung von mehreren verschiedenen Verdampfern 4a, 4b, 4c entlang der Laufrichtung des Trägers 5 gestattet die Herstellung einer großen Vielfalt von planparallelen Plättchen und Kombination hiervon, wie z. B.

Produkt	Anwendung
Al	Metallic - Pigment für KFZ-Karosserielacke, Druckfarben
SiO ₂ - Al - SiO ₂	Anwendungen wie obenstehend, mit chemischer Schutzschicht gegen Korrosion
Ag	als Leitlack für Kontaktierungen
Ag - Cu - Ag	als preiswerter Leitlack
Ti (> 2 µ Dicke)	Farbig reflektierendes Produkt, nachfolgend bei 300°C an Luft oxidiert
Ti-silizid - Al - Ti-silizid	Bronze- oder goldfarbige Partikel
Edelmetalle	Katalysatoren
3- Komp. Vielfachschichten	Mikrowellenabsorber

Sowohl in den Fällen, in denen nur ein Verdampfer verwendet wird, als auch in den Fällen, in denen mehrere Verdampfer zum Einsatz gelangen, ist es notwendig, ein in Wasser oder Alkohol lösliches Trennmittel als erste Schicht auf den Träger 5 aufzudampfen, wobei das Flächengewicht typischerweise 0,05 bis 0,1 g/m² beträgt. Geeignete Trennmittel, die sich ohne Zersetzung verdampfen lassen, nicht oder wenig toxisch sowie wasserlöslich sind, sind beispielsweise: Wasserfreies Natriumchlorid, Kaliumchlorid, Lithiumchlorid, Natriumfluorid, Kaliumfluorid, Lithiumfluorid, Calciumfluorid, Natriumaluminiumfluorid (Kryolith) und Dinatrium-tetraborat.

Für den Betrieb der erfindungsgemäßen Bedampfungsanlage ist die Wahl des Trägerbandes von besonderer Bedeutung. Das Trägerband soll eine Oberfläche von sehr geringer Rauhtiefe aufweisen, nach dem Einziehen in die Bandbedampfungsanlage schweißbar sein und eine sehr gute chemische und mechanische Festigkeit aufweisen. Folgende Materialien sind dazu geeignet: Hochglanzgewalzter oder elektropolierter rostfreier Stahl, Superlegierungen wie INCONELTM, INCOLOYTM und andere, hochglanzpoliertes Nickel, aber auch galvanisch beschichtete Metalle, wobei die Beschichtung die chemische Beständigkeit sowie die Oberflächengüte und das Grundmaterial die gewünschte Festigkeit bestimmt. Desweiteren sind metallische Träger mit organischen Beschichtungen aus pigmentierten oder unpigmentierten Lacken harter und chemisch beständiger Duroplaste und Thermoplaste geeignet. Unter Verzicht auf die wesentliche längere Lebensdauer metallischer Träger eignen sich auch solche aus Polyimidfolie, welche bis 200°C unter Vakuum dauernd belastbar sind, wie z. B. KAPTONTM.

Die Dicke des Trägerbandes 5 hat Einfluß auf die Durchmesser der in der Bandbedampfungsanlage verwendeten Umlenkwalzen. Bei einer erwarteten Lebensdauer von 10⁶ Umläufen ist mit etwa 10 Millionen Biegungen zu rechnen. Die Dauerstandsfestigkeit des Materials, die Dicke des Trägerbandes und der Durchmesser der Walzen müssen dabei aufeinander abgestimmt sein. Da handelsübliche Qualitäten von Stahl- oder Nickelbändern nur über 0,2 mm Dicke mit der notwendigen geringen Rauhtiefe erhältlich sind, ergeben sich als typische Walzendurchmesser etwa 250 mm für 0,2 mm oder 500 mm für 0,4 mm Blechdicke.

Die Wahl der Dicke vom Träger führt zu einem weiteren Kompromiß: Besonders bei Mehrschichtbedampfungen wird der Träger durch Kondensationswärme und durch Wärmestrahlung, die von den Verdampferquellen ausgeht, belastet, wobei keine Zwischenkühlung des Trägers durch gekühlte Walzen vorgesehen ist. Berechnungen und Messungen haben gezeigt, daß durch die gute Infrarot-Reflexion sowohl eines hochglänzenden Trägers als auch der meisten aufgedampften Metallschichten etwa 70 bis 85% der einfallenden Energie zurückgespiegelt werden. Ferner dürfen sich im Gegensatz zu Kunststoffolien Metallbänder während des Durchlaufs unter Vakuum bis 180°C erhitzen, während Kunststoffe bereits bei 60°C so stark ausgasen, daß es zu einem Vakuumzusammenbruch im Verdampfungsbereich kommen kann.

Die Auswirkungen dieses Sachverhalts werden durch den folgenden Vergleich, der das Verhältnis der thermischen Belastbarkeit von verschiedenen Trägermaterialien mit typischen Dicken zeigt, deutlich. Entscheidend für die Erhitzung des Trägers ist dabei das Verhältnis von

$$1/(c_p \times \rho \times d)_{\text{Metall}} / 1/(c_p \times \rho \times d)_{\text{Kunststoff}}$$

Dieses Verhältnis liegt für 400 µ Metall und 12 µ Kunststoff bei etwa 1/66. Das bedeutet unter sonst gleichen Bedingungen, daß sich das Metallband im Vergleich zum Kunststoff nur mit 1,5% erwärmt. Gleichzeitig gestattet ein Metallband eine um den Faktor $f = (180 - 20)/(60 - 20) = 4$ höhere zulässige Erwärmung. Das Metallband kann also gegenüber der Kunststoffolie eine 4 × 66 = 264-fache Wärmemenge aufnehmen, bevor die thermische Belastungsgrenze erreicht ist. Ein Wärmestau durch den wiederholten Umlauf des Trägers entsteht nicht, da er in der Ablösestation durch das Flüssigkeitsbad jedes Mal auf 35°C abgekühlt wird. Dieser nützliche Nebeneffekt erspart die Verwendung von innengekühlten Walzen.

Das Verbinden der Enden des Trägerbandes 5 nach dem Einziehen in die Anlage erfolgt durch Stumpfschweißung, ohne Verdickung des Bandes an der Schweißstelle, da die Vakuumschleusen nur einen geringen Abstand zu feststehen-

den Teilen erlauben. Wichtig für die Bahnführung ist der in Fig. 1 gezeigte Bahnverlauf: Nach der Bedampfung des Trägers soll die Bahn auf der aufgedampften Seite berührungslos durch alle Schleusen laufen, damit die aufgedampften Schichten nicht beschädigt werden.

Die beschriebene Bandbedampfungsanlage erlaubt technische Bahngeschwindigkeiten von bis zu 350 m/min, wobei jedoch das synchrone Verhalten aller Stufen Voraussetzung ist. Die Aufdampfgeschwindigkeiten sind dabei durch geeignete, bekannte Kontrollmechanismen den gewünschten Schichtdicken entsprechend anzupassen.

Schichtdicken-Meßsysteme, welche über sehr lange, in Tagen gemessene Zeiträume die von jedem Verdampfer erzeugte Schichtdicke messen und regeln lassen, sind in der DE 43 38 907 veröffentlicht.

Die Ablösestation 9 ist so auszulegen, daß auch bei maximaler Bahngeschwindigkeit das Produkt vom Träger 5 noch vollkommen abgelöst wird. Da diese Station bei einem Vakuum von nur etwa 50 mbar betrieben wird, ist eine Anpassung durch Vergrößerung der Kammerlänge und der Pumpkapazität bei moderaten Kosten möglich.

Der Betrieb der Anlage bis zu dem Zeitpunkt, zu dem Wartungs- und Reinigungsarbeiten an den Verdampfern eine Unterbrechung erforderlich sind, ist kontinuierlich über Zeiträume von mehreren Tagen möglich. Dieses setzt die Verwendung von kontinuierlich bestückbaren Verdampfern bekannter Bauart voraus.

Als Beispiel für die Kapazität einer erfindungsgemäßen Bandbedampfungsanlage mit 600 mm Trägerbreite und einer Bahngeschwindigkeit von 300 m/min errechnet sich eine pro Stunde produzierte Menge an planparallelen Plättchen aus Aluminium, die ausreicht, um 108 PKWs, die jeweils eine zu lackierende Oberfläche von 25 m² aufweisen, mit einem Metallic-Lack zu spritzen, wobei eine 4-lagige Deckung der Plättchen vorliegt.

Die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele für die Anlage und das Verfahren können wie folgt abgewandelt werden:

Es kann ein zusätzlicher Trennmittelverdampfer jeweils nach einem Produktverdampfer eingebaut werden. Dadurch können nun pro Umlauf des Trägers mehrere Lagen eines Produktes abgelöst werden. Als Ergebnis davon läßt sich die Kapazität der Anlage vervielfachen.

Alternativ oder zusätzlich zu der vorstehend genannten Abwandlung ermöglicht die Verwendung von unterschiedlichen Oberflächenstrukturen des Trägers eine Beeinflussung des Glanzgrades des Produktes.

Die Erfindung betrifft somit eine Mehrkammeranlage zur Erzeugung von im Vakuum aufgedampften Schichten auf einem endlos umlaufenden Träger, mit folgenden seriellen Schritten: Aufdampfung eines Trennmittels im Hochvakuum – Aufdampfung einer oder mehrerer Schichten aus Metall, Oxiden, Fluoriden, Nitriden im Hochvakuum – Ablösen der Aufdampfschichten vom endlosen Träger unter Grobvakuum. Die aufgedampften Schichten liegen danach in einer eigenen durch dynamische Schleusen von der Aufdampfkammer abgetrennten Vakuumstufe als Suspension feiner Plättchen in einem Gemisch aus Lösungsmittel und darin gelöstem Trennmittel vor. Die Suspension kann nun kontinuierlich oder diskontinuierlich aus dem Vakuumraum zur weiteren Verarbeitung ausgeschleust werden. Das Lösungsmittel kann Wasser in einer Vakuumumgebung von mehr als 20 mbar oder sekundäre oder tertiäre Alkohole bei mehr als 0,05 mbar sein.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Herstellung planparalleler Plättchen mit einer Aufdampfkammer (2), einem Träger (5), der auf einer Endlosbahn bewegbar ist, einer in der Aufdampfkammer (2) vorgesehenen ersten Verdampfungseinrichtung (3) zum Aufbringen eines Trennmittels auf den Träger (5), einer zweiten Verdampfungseinrichtung (4a, 4b, 4c) zum Aufbringen von zumindest einer Schicht auf den mit dem Trennmittel versehenen Träger, wobei in den Verdampfungseinrichtungen (3, 4a, 4b, 4c) Drücke unterhalb des Atmosphärendruckes einstellbar sind, einer Ablösekammer (7), in der ein höherer Druck als in der Aufdampfkammer und ein geringerer Druck als der Atmosphärendruck herstellbar ist, und einer in der Ablösekammer vorgesehenen Ablöseeinrichtung (11a, 11b) zum Erzeugen einer Suspension, in der das aufgebrachte Trennmittel in gelöstem Zustand und die zumindest eine aufgebrachte Schicht in Form von planparallelen Plättchen als Suspension vorliegt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Träger (5) aus einer rostfreien Stahllegierung, Nickel, einem Metall, das eine galvanische Beschichtung mit einem weiteren Metall oder eine organische Beschichtung mit einem Duroplast- oder Thermoplastwerkstoff aufweist, oder einer Polyimidfolie besteht und eine Dicke zwischen 20 und 2000 µm hat.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei zwischen der Aufdampfkammer (2) und der Ablösekammer (7) dynamisch gepumpte Schleusen (6a, 6b) vorgesehen sind.
4. Verfahren zur Herstellung von planparallelen Plättchen mit den Schritten
 - a) Aufdampfen eines Trennmittels auf einen endlosen Träger zum Erzeugen einer Trennmittelschicht bei einem Druck unterhalb des Atmosphärendruckes,
 - b) Aufdampfen von zumindest einer Schicht auf die Trennmittelschicht bei einem Druck unterhalb des Atmosphärendruckes, und
 - c) Lösen der Trennmittelschicht in einem Lösungsmittel und Erzeugen einer Suspension, in der die zumindest eine Schicht in Form von planparallelen Plättchen vorliegt, wobei Schritt c) bei einem Druck ausgeführt, der höher als der Druck in Schritten a) und b) und niedriger als der Atmosphärendruck ist.
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei Schritt b) die Teilschritte aufweist
 - b.1) Aufdampfen einer ersten Schicht auf die Trennmittelschicht,
 - b.2) Aufdampfen eines Trennmittels auf die erste Schicht zum Erzeugen einer zweiten Trennmittelschicht, und
 - b.3) Aufdampfen einer zweiten Schicht auf die zweite Trennmittelschicht, und in Schritt c) die erste und die zweite Schicht in der Suspension vorliegen.

DE 198 44 357 C 2

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, wobei die zumindest eine Schicht Metall und eine weitere verdampfbare Substanz aufweist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei die zweite Verdampfungseinrichtung zumindest zwei Schichten erzeugt, zwischen denen sich Trennmittel befindet.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, wobei als Trennmittel ein im Hochvakuum unzersetzt verdampfbarer wasserlöslicher Stoff aus der Gruppe der Chloride, Fluoride und Borate verwendet wird. 5
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, wobei die Suspension Wasser, sekundäre Alkohole oder tertiäre Alkohole enthält.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 9, wobei ein Träger (5) aus einer rostfreien Stahllegierung, Nickel, einem Metall, das eine galvanische Beschichtung mit einem weiteren Metall oder eine organische Beschichtung mit einem Duroplast- oder Thermoplastwerkstoff aufweist, oder eine Polyimidfolie verwendet wird. 10

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

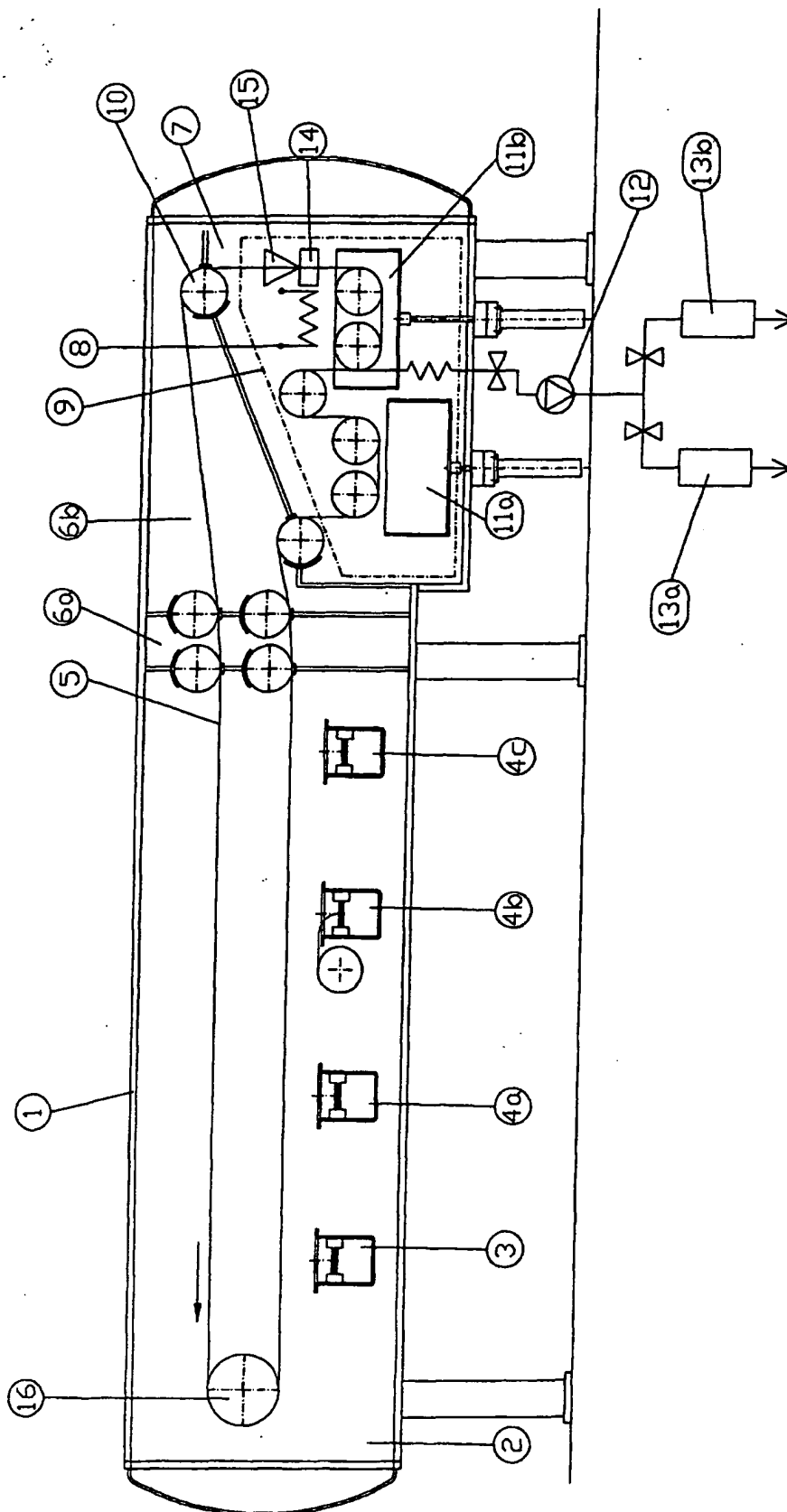


Fig 1

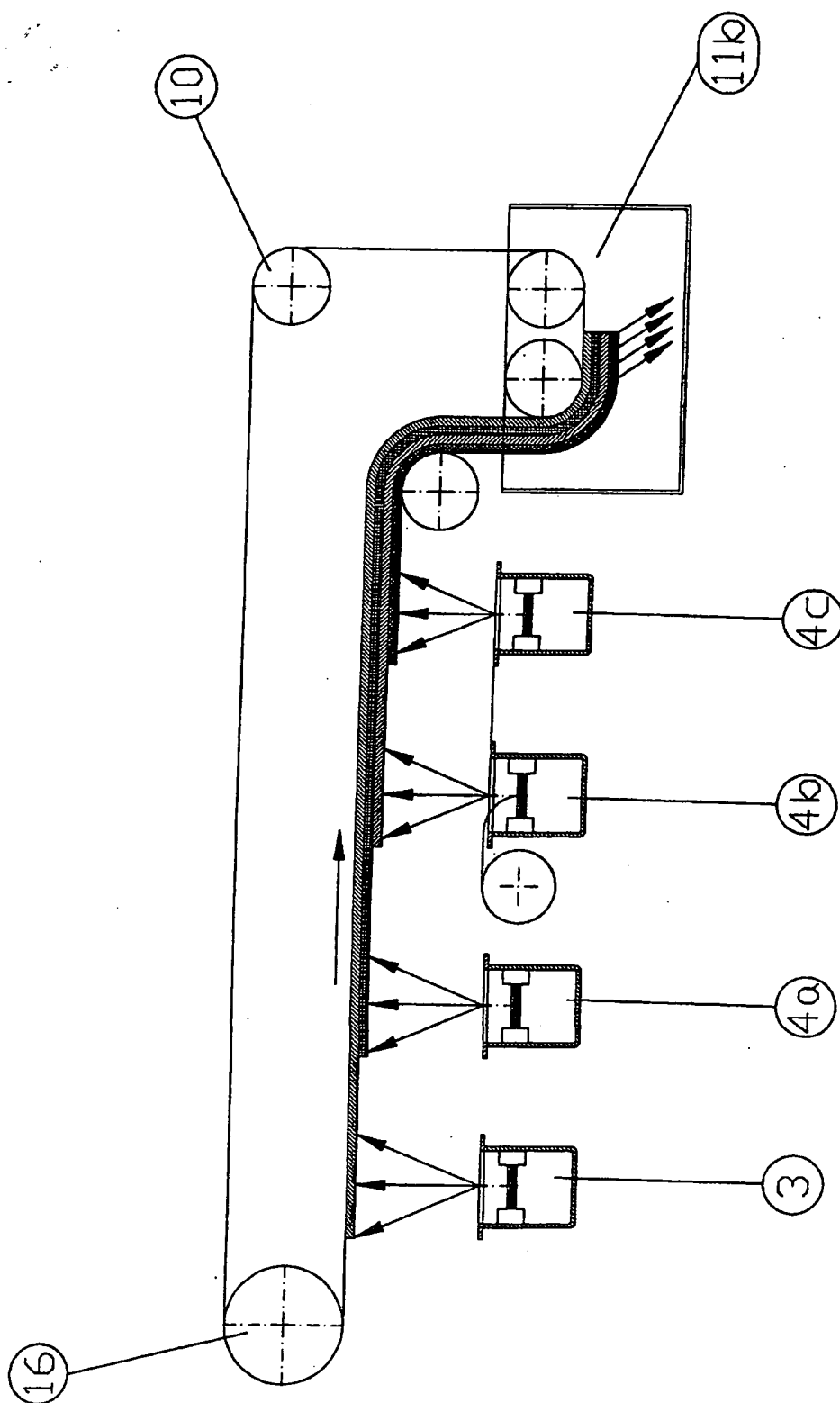
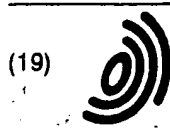


Fig 2

A 23:48048



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 990 715 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
28.11.2001 Patentblatt 2001/48

(51) Int Cl.7: **C23C 14/00, C09C 1/00**

(21) Anmeldenummer: **99113067.5**

(22) Anmeldetag: **06.07.1999**

(54) **Bandbedampfungsanlage zur Herstellung von planparallelen Plättchen**

Belt-type vapour deposition unit for the production of plane-parallel lamina

Unité de dépôt en phase gazeuse à courroie pour la production de feuille à faces parallèles

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH FI FR GB IT LI NL

(30) Priorität: **28.09.1998 DE 19844357**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.04.2000 Patentblatt 2000/14

(73) Patentinhaber: **Weinert, Hilmar, Dipl.-Ing.**
87600 Kaufbeuren (DE)

(72) Erfinder: **Weinert, Hilmar, Dipl.-Ing.**
87600 Kaufbeuren (DE)

(74) Vertreter: **Winter, Brandl, Füllniss, Hübner, Röss,**
Kaiser, Polte, Partnerschaft
Patent- und Rechtsanwaltskanzlei
Bavariaring 10
80336 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 4 020 999 **US-A- 4 113 815**
US-A- 4 168 986

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 990 715 B1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.